

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-011786

(43)Date of publication of application : 16.01.1998

(51)Int.Cl. G11B 7/135  
G11B 7/09

(21)Application number : 08-162239

(71)Applicant : PIONEER ELECTRON CORP

(22)Date of filing : 21.06.1996

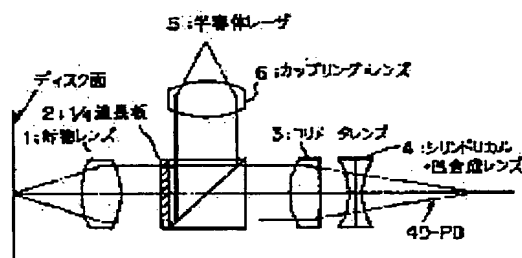
(72)Inventor : TAKAHASHI SHINICHI

## (54) PICKUP DEVICE FOR REPRODUCING INFORMATION RECORDING MEDIUM

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a correct reproducing operation for an information recording medium by setting an optical system so that the sigmoid interval between the maximum value and the minimum value of a focus error signal becomes a prescribed value to make crosstalk small and to reduce random noise.

SOLUTION: Information are read out by converging laser beam irradiated from a semiconductor laser 5 on information recording layers of a disk surface and by converging the reflected light beam from the layers on a photodetector via respective lenses. Then, the optical system is set so that the sigmoid intervals S being the interval between the maximum value and the minimum value of a focus error signal is made to be  $S \leq 0.63d/n$ . In this case, (d) is the interlayer interval of information recording layers and (n) is the refractive index of the information recording medium.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 08.06.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2004-14145

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 08.07.2004

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-11786

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月16日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B	7/135		G 1 1 B	Z
	7/09		7/09	B

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-162239

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 6 月21日

(71) 出願人 000005016

バイオニア株式会社

東京都目黒区目黒1丁目4番1号

(72) 発明者 高橋 真一

埼玉県所沢市花園4丁目2610番地 バイオ  
ニア株式会社所沢工場内

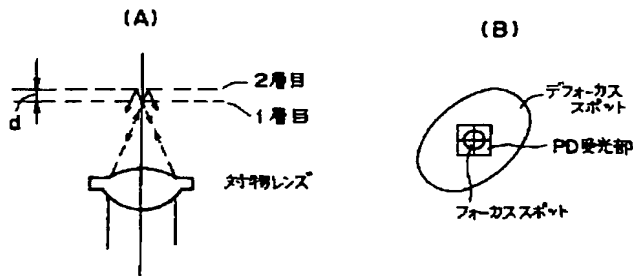
(74) 代理人 弁理士 石川 泰男

(54) 【発明の名称】 情報記録媒体の再生用ピックアップ装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、信号のクロストークを小さく抑えることのできる情報記録媒体の再生用ピックアップ装置を提供することを課題としている。

【解決手段】 一層目のフォーカス時に二層目から得られる受信信号は、デフォーカススポット面積に相当する全光量の内、PD受光部面積に相当する光量に比例する。又、一層目からの受信信号は、フォーカススポットにより形成されるPD受光部面積に相当する全光量に比例するが、該全光量は一層目がデフォーカ状態となっても変わらない。従って、デフォーカススポットの面積 $\pi r_d^2$ に対するフォーカススポットの面積 $\pi r_f^2$ の比は、一層目の受信信号に対する二層目の受信信号の比となり、フォーカスエラー信号のS字間隔をS、情報記録層の層間間隔をdとして、これを計算すると $\pi r_f^2 / \pi r_d^2 = (S/2d')^2$ となるので、 $20 \log (S/2d')^2 \leq -20$ となるように光学系を設計すれば、十分なビット誤り率を得る事ができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 情報記録層が多層に形成された情報記録媒体に光ビームを集光し、その反射光からの記録情報を抽出する情報記録媒体の再生用ピックアップ装置であって、

前記情報記録層の層間間隔を  $d$ 、屈折率を  $n$ 、フォーカスエラー信号の最大値と最小値の間隔を  $S$  とする時、

$$S \leq 0.63d/n$$

となるように光学系が設定されていることを特徴とする情報記録媒体の再生用ピックアップ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、情報記録層が多層に形成された情報記録媒体の再生用のピックアップ装置の技術の分野に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、DVD (Digital Video Disk または Digital Versatile Disk) 等の光ディスクでは、記録密度を向上させるために、情報記録層を多層にすることが行われている。そして、このような光ディスクを再生する際には、光ディスクの情報記録層に光ピックアップからの光ビームを集光させ、その反射光をフォトディテクタに集光させている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述のように光ビームを情報記録層に集光させると、一方の情報記録層の読み取り時の信号に、他方の情報記録層からの反射光がデフォーカス状態で重なり、信号がクロストーク状態となってしまう。そして、各情報記録層の記録信号は互いに相関がないため、相手の信号はランダムノイズとして読み取り信号品質に影響を与えるという問題点があった。

【0004】 そこで、本発明は、上記問題点を解決し、信号のクロストークを小さく抑えることのできる情報記録媒体の再生用ピックアップ装置を提供することを課題としている。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 請求項 1 に記載の情報記録媒体の再生用ピックアップ装置は前記課題を解決するために、情報記録層が多層に形成された情報記録媒体に光ビームを集光し、その反射光からの記録情報を抽出する情報記録媒体の再生用ピックアップ装置であって、前記情報記録層の層間間隔を  $d$ 、屈折率を  $n$ 、フォーカスエラー信号の最大値と最小値の間隔を  $S$  とする時、 $S \leq 0.63d/n$  となるように光学系が設定されていることを特徴とする。

【0006】 請求項 1 に記載の情報記録媒体の再生用ピックアップ装置によれば、フォーカスエラー信号の最大値と最小値の間隔である  $S$  字間隔を  $S \leq 0.63d/n$  とするように光学系の設定を行うと、フォトディテクタ

上に結像する情報記録層からの反射光のスポット面積の比として表される、再生しようとする記録層からの受信信号に対する他の記録層からの受信信号の比は、適切な値に減少することとなり、ランダム雑音が減少する。

## 【0007】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。図 1 は、本実施形態における情報記録媒体の再生用ピックアップ装置の構成を示す図である。図 1 に示すように、本実施形態のピックアップ装置は、対物レンズ 1 と、 $1/4$  波長板 2 と、コリメーターレンズ 3 と、シリンドリカルレンズと凹レンズの合成レンズ 4 と、フォトディテクタ (以下、PD とする) と、半導体レーザ (以下、LD とする) 5 と、カップリングレンズ 6 とを備えており、LD 5 から照射したレーザ光をディスク面の情報記録層に集光させ、その反射光を各レンズを介して PD 上に集光させ、情報を読み取るものである。

【0008】 このような構成の光ピックアップを用いて、図 2 (A) に示すように多層ディスクを再生すると、一層目及び二層目からの戻り光の状態は図 2 (B) に示すようになる。図 2 (B) は一層目の再生時の状態を示しており、PD 受光部上には、一層目からの反射光によるフォーカススポットが形成され、さらに、二層目からの反射光によるデフォーカススポットが形成される。つまり、一方の記録層の記録情報を読み取る時には、他方の記録層からの反射光も受光されることになり、信号のクロストークが発生する。そして、一層目と二層目の記録信号は相互に相関がないため、相手信号はランダム雑音として影響し、読み取り信号品質に影響を与えるのである。

【0009】 そこで、このクロストークを定量的に捉えるために以下のような検討を行った。まず、各記録層からの受光信号は、理想的には PD 上の受光量に比例すると考えることができるため、PD 上のスポット面積についての検討を行った。

【0010】 図 3 はフォーカス状態に応じた各層からの反射光のスポット形状を示す図であり、図 3 では、A, B, C, D の順に一層目に対してフォーカス状態からデフォーカス状態に移行した場合のスポット形状を示している。また、これに対応した二層目からの反射光のスポット形状を A', B', C', D' に示している。

【0011】 図 3 からわかるように、一層目に対してフォーカス状態の時にデフォーカス状態となる二層目では、図 3 の A' に示すように、デフォーカススポット面積  $\pi r_d^2$  のうち一部しか PD に受光することができず、受光量は図 3 の D' に示すような二層目に対するフォーカス状態の時の受光量よりも減少する。また、図 3 の A' ~ D' の各状態において反射光の全光量は変わらないため、図 3 の A' に示すデフォーカス時の面積  $\pi r_d^2$  における光量と、図 3 の D' に示すフォーカス時の

面積 $\pi r_f^2$ における光量とは等しい。従って、図3のA'に示す二層目のデフォーカス時に受光できる量は、面積 $\pi r_d^2$ に相当する全光量に対して、面積 $\pi r_f^2$ に相当する光量となる。

【0012】一方、図3のAに示すように一層目に対してフォーカス状態の時には、フォーカススポット面積 $\pi r_f^2$ の全体が受光され、この時の光量は、図3のDに示す一層目のデフォーカス時における面積 $\pi r_d^2$ での光量と等しい。そして、この二層目のデフォーカス時における面積 $\pi r_d^2$ は、図3のA'に示す二層目のデフォーカススポットの面積 $\pi r_d^2$ と等しいので、図3のA'における面積 $\pi r_d^2$ に対する面積 $\pi r_f^2$ の比は、一層目のフォーカス時における反射光の全受光量に対する、二層目のデフォーカス時における反射光の受光量の比に等しいと考えることができる。即ち、 $\pi r_f^2 / \pi r_d^2 = \text{二層目からの受信信号} / \text{一層目からの受信信号}$ と表すことができる。

【0013】ここで、フォーカス時におけるスポット半径 $r_f$ は、図4(A)からわかるように、PD側のNAを $NA_p$ 、PD上の非点隔差をAS、フォーカスエラー信号のS字幅をS、光路横倍率(戻り倍率)を $\beta$ とすると、

【0014】

$$\text{【数1】 } r_f \doteq NA_p \cdot (AS/2) = NA_p \cdot (2S \cdot \beta^2 / 2) = NA_p \cdot S \cdot \beta^2$$

となる。

【0015】また、デフォーカス時におけるスポット半径 $r_d$ は、光学的層間距離を $d'$ ( $=d/n$ ;但し $n$ は情報記録媒体の屈折率)とすると、

【0016】

$$\text{【数2】 } r_d \doteq NA_p \cdot 2d' \cdot \beta^2$$

となる。従って、上記二つの式より、

【0017】

$$\text{【数3】 } \pi r_f^2 / \pi r_d^2 = (S/2d')^2$$

と表すことができる。

【0018】そこで、本発明は、再生しようとする記録層からの受信信号に対する他の記録層からの受信信号の比率をクロストークCTと定義した。つまり、再生しようとする層からの受光信号を $S_g$ 、他の層からの受光信号を $N_s$ として、

【0019】

$$\text{【数4】 } CT = N_s / S_g = \pi r_f^2 / \pi r_d^2 = (S/2d')^2$$

と定義し、このクロストークCTが所定値よりも小さくなるように光学系を設計することとした。

【0020】次に、クロストークCTの適切な値を、一般的な信号雑音電力比とビット誤り率との関係に基づいて検討した結果、以下のようなことが明かになった。つまり、ベネット・デーヴィ著の「データ伝送」(出版

元:(株)ラティス)によれば、図5に示すように、ランダム複極2進ベースバンド信号においては、ビット誤り率 $10^{-8}$ の時、信号雑音電力比は15dBとなり、また、ビット誤り率 $10^{-8}$ は例えばコンパクトディスクのデータ構造ではブロック誤り率 $6 \times 10^{-6}$ となるので、「新版デジタルオーディオ」(出版元:ラジオ技術社)によれば、図6に示すように、誤り訂正方式でクロスインターリーブ符号を用いれば、誤り訂正後は、ほぼ問題ない状態が得られる。

【0021】以上により、十分な訂正後ビット誤り率を得るためには、信号雑音電力比は、20dB以上あれば良いことがわかる。そこで、本発明においても、再生しようとする記録層からの受信信号 $S_g$ と他の記録層からの受信信号 $N_s$ の比 $S_g / N_s$ が、20dB以上あれば良いと判断することができる。つまり、本発明では、クロストークCTを、

【0022】

$$\text{【数5】 } CT = N_s / S_g = \pi r_f^2 / \pi r_d^2 = (S/2d')^2$$

と定義しているので、

【0023】

$$\text{【数6】 } 20 \log (S/2d')^2 \leq -20$$

と満たすように光学系を設定する。つまり、この式から、

【0024】

$$\text{【数7】 } S/d' \leq 0.63$$

を満たすS字間隔が得られるように光学系を設計すれば、S字幅と層間の光学距離で表されるクロストークを減少させ、十分な訂正後ビット誤り率を得ることができる。

【0025】以下、具体的な光学系の設計例について説明する。図7は本実施形態における各レンズの配置等を説明するための近軸光線の追跡図である。1.ピックアップの戻り光路は、図7に示すように、コリメータレンズと、シリンドリカル、凹レンズの複合レンズとの二つのレンズが複合されている。幾何光学的に二つのレンズの複合系は、

レンズ間隔 $=d$

複合レンズ焦点距離 $=f'$

各レンズの焦点距離 $=f'_1, f'_2$

とすると、

【0026】

$$\text{【数8】 } 1/f' = 1/f'_1 + 1/f'_2 - d/f'_1 f'_2$$

より、

【0027】

$$\text{【数9】 } f' = -f'_1 f'_2 / (d - f'_1 - f'_2)$$

と書ける。2.対物レンズ後のコリメータレンズに入射する平行光束は、コリメータレンズ以降の複合レンズの

焦点位置に集束する。

【0028】また、第二番目のレンズ位置から複合レンズの焦点までの距離は、

$$\begin{aligned} F_2 &= (1 - dK_1) / K \\ &= (1 - d/f') f' \\ &= ((f'_1 - d) / f'_1) ((-f'_1 f'_2) / (d - f'_1 - f'_2)) \\ &= -f'_2 (f'_1 - d) / (d - f'_1 - f'_2) \end{aligned}$$

と書ける。3. また、第二レンズ  $f'_2$  から複合レンズの（後側）主面  $H'$  までの距離は

【0030】、

【数11】

$$H_2 = -dK_1 / K$$

$$= -d f' / f'_1$$

$$= f'_2 d / (d - f'_1 - f'_2)$$

$$f'_{cyc} = -f'_{cy} \cdot f'_{cc} / (d_{cyc} - f'_{cy} - f'_{cc}) \cdots (1)$$

ここで、 $f'_{cy}$  はシリンドリカルレンズの焦点距離、 $f'_{cc}$  は凹レンズの焦点距離、 $d_{cyc}$  はシリンドリカル・凹合成レンズの主面間隔である。

【0032】 $f'_{cy}$ 、 $f'_{cc}$  は、レンズの屈折率を  $n$ 、図8(A)に示すようにシリンドリカルレンズの半径を  $r_{cy}$ 、凹レンズの半径を  $r_{cc}$  とすると、

【0033】

$$\text{【数13】 } f'_{cy} = r_{cy} / (n - 1) \cdots (2)$$

$$f'_{cc} = r_{cc} / (n - 1) \cdots (3)$$

により求められる。また、 $d_{cyc}$  は、シリンドリカルレンズの中心厚み  $d'_{cy}$  が、図8(B)に示すように、

【0034】

$$\text{【数14】 } d'_{cy} = -t / 2n$$

であり、凹レンズの中心厚み  $d_u$  が、図8(C)に示すように、

【0035】

$$\text{【数15】 } d_u = t / 2n$$

であるから、

【0036】

$$\text{【数16】 } d_{cyc} = t / n \cdots (4)$$

となる。

【0037】従って、

屈折率  $n = 1.49$

シリンドリカルレンズの半径  $r_{cy} = -35$

$$f'_{all} = -f'_{co} \cdot f'_{cyc} / (d_{cocyc} - f'_{co} - f'_{cyc}) \cdots (5)$$

で表される。そこで、

【0044】

$$\text{【数22】 } f'_{all} = 29.505$$

とし、対物レンズの焦点距離  $f'_{ob}$  を

【0045】

$$\beta_1 = f'_{all} / f'_{ob} = 29.505 / 3.349 = 8.81$$

となる。また、このとき、コリメータレンズとシリンドリカル・凹合成レンズとの間隔  $d_{cocyc}$  は、

【0029】

【数10】

となる。4. 実際の光路への適用に当たっては、次のように考える。まず、シリンドリカルレンズと凹レンズの合成レンズ（以下、シリンドリカル・凹合成レンズとする）の焦点距離  $f'_{cyc}$  は以下のように表される。

【0031】

【数12】

凹レンズの半径  $r_{cc} = 8$

シリンドリカル・凹合成レンズの厚み  $t = 2$

コリメータレンズの焦点距離  $f'_{co} = 18$

のようにレンズ仕様を定めると、

【0038】

$$\text{【数17】 } f'_{cy} = -71.429$$

$$f'_{cc} = -16.327$$

$$d_{cyc} = 1.342$$

となり、(1)式より、

【0039】

$$\text{【数18】 } f'_{cyc} = -13.089$$

となる。また、凹レンズの主面からシリンドリカル・凹合成レンズの主面までの距離  $H_{cyc}$  は、

【0040】

$$\text{【数19】 } H_{cyc} = -f'_{cc} \cdot d_{cyc} / [- (d_{cyc} - f'_{cy} - f'_{cc})]$$

で表されるので、

【0041】

$$\text{【数20】 } H_{cyc} = -0.246$$

となる。

【0042】一方、コリメータレンズ、シリンドリカルレンズ、凹レンズの合成焦点距離である  $f'_{all}$  は、

【0043】

【数21】

$$\text{【数23】 } f'_{ob} = 3.349$$

とすると、結像倍率  $\beta_1$  は、

【0046】

【数24】

【0047】

$$\text{【数25】 } d_{cocyc} = 12.896$$

となる。

【0048】また、コリメータレンズ主面から凹レンズ主面までの距離  $d_{coc}$  は、

【0049】

【数26】  $d_{coc} = d_{cocyc} - H_{cyc}$

であるので、

$$f'_{coc} = -f'_{co} \cdot f'_{cc} / (d_{coc} - f'_{co} - f'_{cc})$$

と表されるので、

【0052】

【数29】  $f'_{coc} = 25.624$

となる。

【0053】以上のように各レンズを配置すれば、コリメータレンズ、シリンドリカル・凹合成レンズ系での焦点位置は、シリンドリカル・凹合成レンズ位置より、 $F_{all}$  だけ離れた点に位置し、

【0054】

【数30】  $F_{all} = 2.366$

となる。また、同様に、コリメータレンズ、凹レンズの合成レンズ系の焦点位置は、凹レンズ位置より  $F_{coc}$  だけ離れ、

【0055】

【数31】  $F_{coc} = 6.915$

となる。

$$\beta_2 = f'_{coc} / f'_{ob} = 25.624 / 3.349 = 7.65$$

で与えられ、 $\beta_1$  と  $\beta_2$  の平均値をとって、

【0061】

【数35】  $\beta = 8.23$

とすると、S字間隔は、

【0062】

【数36】  $S = AS / (2\beta^2) = 0.0089$

となる。このとき、

【0063】

【数37】  $d' = 0.032$

とすると、

【0064】

【数38】  $20 \log (S / 2d')^2 = -34$

となり、十分なビット誤り率を得ることができる。

【0065】以上説明したように、

【0066】

【数39】  $S \leq 0.63d'$

を満たすように、光学系を設計すれば、クロストークを低減させ、十分な訂正後のビット誤り率を得ることができる。

【0067】なお、本実施形態の説明では、単一焦点のピックアップ装置について説明したが、本発明はこれに限られるものではなく、二焦点のピックアップ装置を用いても良い。

【0068】

【発明の効果】請求項1に記載の情報記録媒体の再生用ピックアップ装置によれば、情報記録層の層間間隔を

【0050】

【数27】  $d_{coc} = 12.896$

となり、コリメータレンズと凹レンズの合成焦点距離  $f'_{coc}$  は、

【0051】

【数28】

【0056】以上から、合成レンズの作図に従って、コリメータレンズとシリンドリカルレンズの距離は、

【0057】

【数32】

$d_{coc} - d_{cyc} = 13.142 - 1.342 = 11.8$  であり、非点隔差  $AS$  は、

【0058】

【数33】

$AS = F_{all} + H_{cyc} (-) - F_{coc} = 1.205$  となる。

【0059】以上により得られた結果を、図9にまとめて表す。また、これらの結果から、コリメータレンズ、凹レンズの合成レンズ系の戻り倍率は、

【0060】

【数34】

$d$ 、情報記録媒体の屈折率を  $n$  とすると、フォーカスエラー信号の最大値と最小値の間隔であるS字間隔が、 $S \leq 0.63d/n$  となるように光学系の設定を行うことにより、フォトディテクタ上に結像する情報記録層からの反射光のスポット面積の比として表される、再生しようとする記録層からの受信信号に対する他の記録層からの受信信号の比、即ちクロストークを小さくすることができ、ランダム雑音を減少させることができる。また、この結果、訂正後のビット誤り率を十分に低く抑えることができるので、良好で正確な情報記録媒体の再生動作を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態における光ピックアップ装置の概略構成を示す平面図である。

【図2】(A)は図1の光ピックアップ装置で多層ディスクを再生する際の反射光の奇跡を示す断面図、(B)は当該反射光のフォトディテクタ位置におけるスポット形状を示す平面図である。

【図3】一層目についてフォーカス状態からデフォーカス状態に移行した際の反射光のスポット形状の推移、及びその際の二層目の反射光のスポット形状の推移を示す平面図である。

【図4】(A)はフォーカススポットの半径を求めるために用いた近軸光線追跡図、(B)はデフォーカススポットの半径を求めるために用いた近軸光線追跡図である。

【図5】相加的な白色ガウス雑音が存在するときの、ランダム複極2進ベースバンド信号とランダムオン・オフ2進信号の誤り率を示すグラフである。

【図6】各種符号のランダム誤り訂正能力を示すグラフである。

【図7】図1の光ピックアップ装置における各レンズの配置を説明する近軸光線追跡図である。

【図8】図1の光ピックアップ装置におけるシリンドリカル・凹合成レンズの焦点距離等を説明するための近軸光線追跡図である。

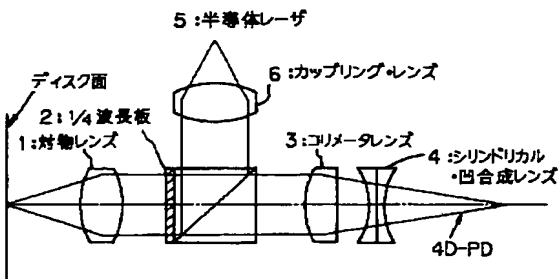
【図9】本発明の一実施形態における光学系の設計例に

よる具体的なレンズ位置を示す近軸光線追跡図である。

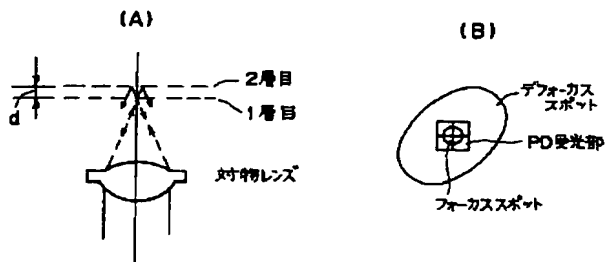
【符号の説明】

- 1…対物レンズ
- 2… $1/4$ 波長板
- 3…コリメータレンズ
- 4…シリンドリカル・凹合成レンズ
- 5…半導体レーザ
- 6…カップリングレンズ
- PD…フォトディテクタ
- S…S字間隔
- $d'$ …情報記録層の層間の光学的距離

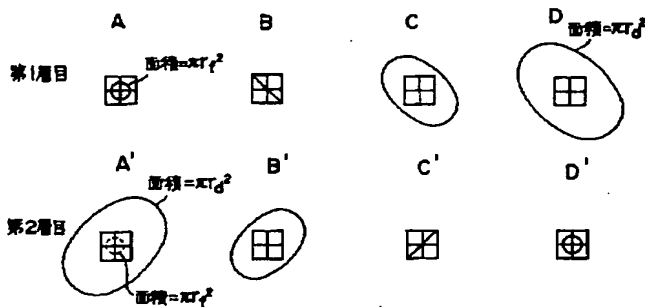
【図1】



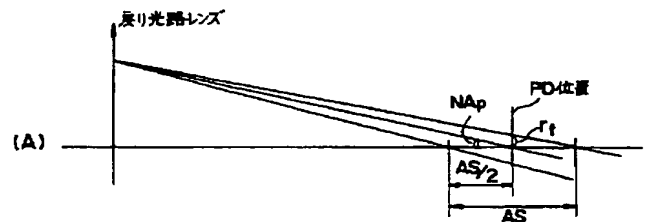
【図2】



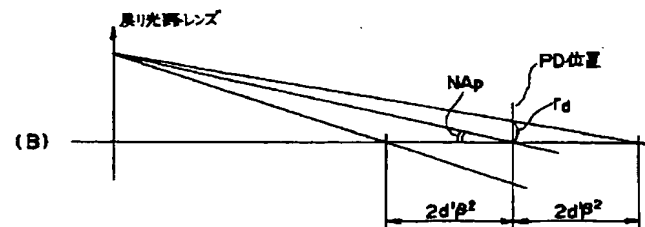
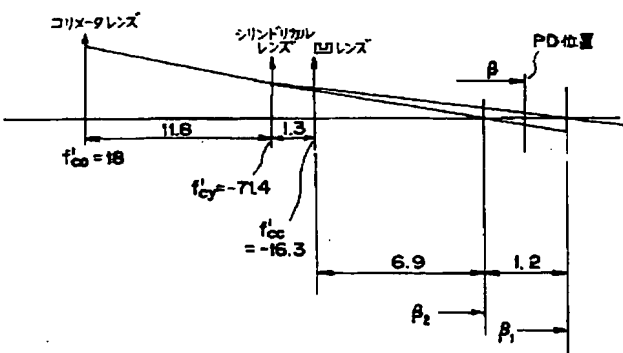
【図3】



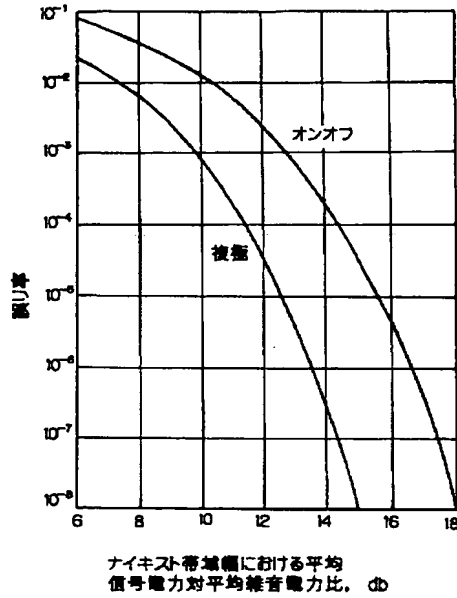
【図4】



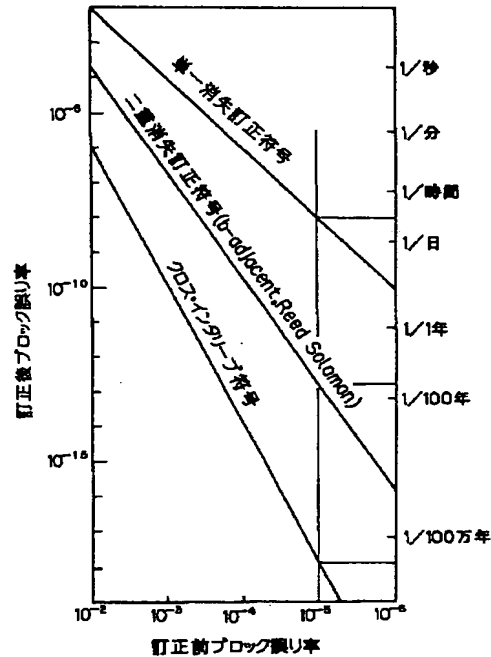
【図9】



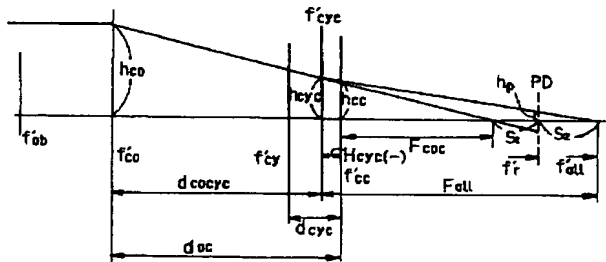
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

